

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. September 2005 (01.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/081436 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H04J 3/16**,  
14/08, 14/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/008292

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Juli 2004 (23.07.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 009 138.2  
25. Februar 2004 (25.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbachersplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CLOUTOT**, Lau-  
rent [FR/DE]; Hartwaldstrasse 3, 81377 München (DE).  
**LEHMANN**, Gottfried [DE/DE]; Industriering 2, 85238  
Petershausen (DE). **ROHDE**, Harald [DE/DE]; Welfen-  
str. 35, 81541 München (DE). **SCHAIRER**, Wolfgang  
[DE/DE]; Togostrasse 24, 81827 München (DE).

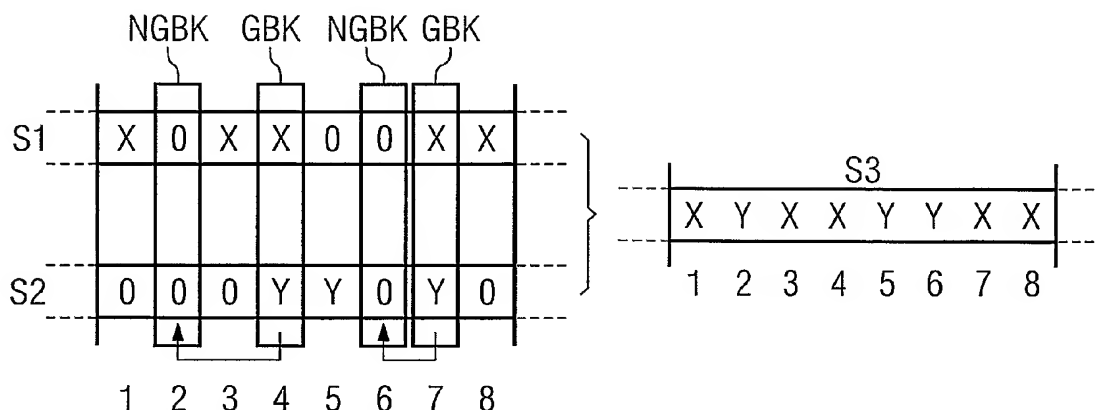
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND ARRANGEMENT FOR COMBINING TIME-DIVISION MULTIPLEX SIGNALS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR ZUSAMMENFASSUNG VON ZEITMULTIPLEX-SIGNALEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for combining time-division multiplex signals in order to obtain a time-division multiplex signal, all of said signals having the same number on the periodic time-division multiplexed channels. According to the invention, a novel allocation of the content in non-occupied channels of the time-division multiplex signals is controlled in such a manner by a mutual time displacement of the content of occupied channels in the time-division multiplex signals, such that the combination thereof in the obtained time-division signal is collision free. The invention also relates to an arrangement which is suitable for carrying out said method, wherein any particular two time-division multiplex signals, for example, multiple bit rates of 10, 40, 80, 120, 160, etc GBit/s are combined in a collision free manner.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen zu einem resultierenden Zeitmultiplex-Signal, die alle eine gleiche Anzahl von periodischen zeitmultiplexierten Kanälen haben, demgemäss durch eine gegenseitige Zeitverschiebung vom Inhalt aus belegten Kanälen in den Zeitmultiplex-Signalen eine Neuordnung des Inhalts in nicht belegte Kanäle der Zeitmultiplex-Signale derart gesteuert wird, dass ihre Zusammenfassung in das resultierende Zeitmultiplex-Signal kollisionsfrei erfolgt. Eine für das Verfahren geeignete Anordnung wird ebenfalls beschrieben, bei der zwei beliebige Zeitmultiplex-Signale bei z. B. Mehrfachbitraten von 10, 40, 80, 120, 160, etc GBit/s kollisionsfrei zusammengefasst werden.



WO 2005/081436 A1



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beschreibung

## Verfahren und Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen nach dem Gattungsbegriff der Ansprüche 1 und 16.

- 10 In zukünftigen vermaschten optischen Zeitmultiplex-Netzwerken (OTDM = Optical Time Division Multiplex) werden Zeitmultiplex-Signale aus verschiedenen Quellen auf eine Glasfaser und eine Wellenlänge zusammengeführt. Diese Zeitmultiplex-Signale mit zeitmultiplexierten Kanälen stammen von entfernten Netz-
- 15 elementen oder werden am Ort eines Multiplexers aggregiert. In den zu mischenden Zeitmultiplex-Signalen sind oft jeweils nur einige der zur Verfügung stehenden Kanäle oder Zeitschlitze belegt, z. B. weil einige OTDM-Kanäle aus einem ankommenden Zeitmultiplex-Signal "gedroppt" worden sind. In der
- 20 Summe ist z. B. bei zwei ankommenden Zeitmultiplex-Signalen nicht mehr als die maximal für ein resultierendes Zeitmultiplex-Signal zur Verfügung stehende Kanalzahl belegt.

- Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine An-
- 25 ordnung anzugeben, die eine belegungsoptimierte Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen ermöglichen, insofern dass in den zusammenzufassenden Zeitmultiplex-Signalen einigen gemeinsam zeitübereinstimmenden belegten sowie unbelegten Kanälen enthalten sind.

30

Eine Lösung der Aufgabe erfolgt hinsichtlich ihres Verfahrensaspekts durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich ihres Vorrichtungsaspekts durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 16.

35

Sofern sich die Zeitmultiplex-Signale derart gegeneinander zeitlich z. B. mittels eines Verzögerungselements verschieben

lassen, dass sich eine relative Verschiebung ergibt, in der jeder Zeitschlitz nur ein einziger Kanal der Zeitmultiplex-Signale belegt wird, lassen sich die beiden Zeitmultiplex-Signale prinzipiell einfach mit einer Einkoppeleinrichtung  
5 kombinieren.

Existiert eine solche relative Verschiebung nicht, ist ein anderes Verfahren sowie eine neue Anordnung, wie im Folgenden beschrieben, notwendig.

10 Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Zusammenfassung von mindestens zwei Zeitmultiplex-Signalen zu einem resultierenden Zeitmultiplex-Signal, die alle eine gleiche Anzahl  $N$  von periodischen zeitmultiplexierten Kanälen haben, demgemäss  
15 durch eine gegenseitige Zeitverschiebung vom Inhalt aus belegten Kanälen in den Zeitmultiplex-Signalen eine Neuordnung des Inhalts in nicht belegte Kanäle der Zeitmultiplex-Signale derart gesteuert wird, dass ihre Zusammenfassung in das resultierende Zeitmultiplex-Signal kollisionsfrei erfolgt.  
20 In anderen Worten ermöglicht dieses Verfahren eine einfache kanalindividuelle Neuordnung von Kanälen in beiden Zeitmultiplex-Signalen derart, dass vor ihrer Zusammenfassung alle zeitübereinstimmende Kanäle der beiden Zeitmultiplex-Signale nicht gemeinsam mit einem Inhalt (z. B. übertragene  
25 Daten) belegt werden.

Für dieses Verfahren sind Randbedingungen zu beachten, insbesondere bei einer Anzahl  $N_1$  von belegten Kanälen des ersten Zeitmultiplex-Signals und bei einer Anzahl  $N_2$  von belegten  
30 Kanälen des zweiten Zeitmultiplex-Signals die gesamte Zahl  $N_1+N_2$  die Anzahl  $N$  der Kanäle des resultierenden Zeitmultiplex-Signals nicht übersteigt. Ist es nicht der Fall, d. h. die gesamte Zahl  $N_1+N_2$  übersteigt die Anzahl  $N$ , wird ebenfalls eine vorteilhafte Lösung gegeben, damit eine belegungs-  
35 optimierte Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen gewährleistet wird. Als Grundbasis dieser Lösung wird eine weitere Granularität z. B. durch Wellenlängenkonversion oder -

schaltung wenigstens einer Teilzahl der Kanäle eines der beiden zusammenzufassenden Zeitmultiplex-Signale verwendet, so dass eine Zusammenfassung mit einem anderem Zeitmultiplex-Signal mit einer neu gewählten Wellenlänge nun kollisionsfrei erfolgt. Je nach verwendeter Übertragungstechnik können weitere Granularitäten - Koppelfeld, Polarisierung, Phase, etc - ebenfalls verwendet werden. Aus einer Vorrichtungssicht kann z. B. bei einer Wellenlängenschaltung ein zusätzliches Add-Drop-Modul einer OTDM-Zusammenfassenvorrichtung vorgeschaltet werden, so dass Datenkanäle unter Kollisionsgefahr in der OTDM-Zusammenfassenvorrichtung an einer weiteren OTDM-Zusammenfassenvorrichtung mit hier einer weiteren zugewiesenen Wellenlänge abgegeben werden.

Sind drei oder mehrere Zeitmultiplex-Signale mit Kanalanzahl  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ , ... zusammenzufassen, wird dieses Verfahren kaskadiert, d. h. zuerst werden jeweils zwei Zeitmultiplex-signale kombiniert, die dann wiederum ein neues gemeinsames Zeitmultiplex-Signal darstellen, das in gleicher Art wieder mit weiteren Zeitmultiplex-Signalen kombiniert werden kann.

Daher ermöglicht dieses Verfahren durch die neue Zuordnung von Daten in möglichst gemeinsam unverwendete Kanäle mehrerer parallel übertragener Zeitmultiplex-Signale eine effektive Komprimierung der tatsächlich erforderlichen Bandbreite bei einer OTDM-Übertragung. Dieser Aspekt ist für einen Netzwerk-Anbieter von höchster Priorität, wenn er seine verfügbare Bandbreite optimal betreiben möchte. Auch der Netzwerk-Benutzer wird bei gleicher Bandbreite-Miete eine höhere Datenrate genießen können.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung zur Durchführung des obengenannten Verfahrens ist darin zu sehen, dass eine einfache sowie kostengünstige Anordnung zur Zusammenfassung von mindestens zwei Zeitmultiplex-Signalen zu einem resultierenden Zeitmultiplex-Signal realisiert werden kann.

Angenommen, dass alle Zeitmultiplex-Signale eine gleiche Anzahl  $N$  von periodischen zeitmultiplexierten Kanälen aufweisen, ist an wenigstens einem für ein zusammenzufassendes Zeitmultiplex-Signal vorgesehenen Zeitverzögerungsglied eine  
5 Steuereinheit zur gegenseitigen Zeitverschiebung vom Inhalt aus belegten Kanälen in den Zeitmultiplex-Signalen angeschlossen. Ferner ist zur Neuordnung dieses Inhalts in nun nicht belegte Kanäle der Zeitmultiplex-Signale die Steuereinheit derart ausgebildet, dass bei einem dem Zeitverzögerungsglied nachgeschalteten optischen Koppler die Zusammenfassung  
10 in das resultierende Zeitmultiplex-Signal kollisionsfrei erfolgt.

Angenommen, dass die ankommenden Zeitmultiplex-Signale jeweils einen freien Kanal haben und damit bei der Zusammenfassung der Zeitmultiplex-Signale keine Neuordnung notwendig ist, ist trotzdem mindestens eine kontrollierte gegenseitige Zeitverschiebung notwendig.

20 Nun bei zwei Zeitmultiplex-Signalen mit einigen gemeinsam zeitübereinstimmenden belegten sowie unbelegten Kanälen wird zur Abzweigung eines Inhalts eines gemeinsam zeitübereinstimmenden belegten Kanals eines der Zeitmultiplex-Signale das Zeitmultiplex-Signal in ein Drop-Modul eingespeist, dessen  
25 Drop-Anschluss mit dem Zeitverzögerungsglied zur Zeitverschiebung des abgezweigten Inhalts des Kanals verbunden ist. Dem Drop-Modul und dem Zeitverzögerungsglied ist die Steuereinheit über Steuersignale zur Aktivierung einer derartigen Abzweigung und zur Einstellung der Zeitverzögerung angeschlossen. Drop-Module können herkömmliche Add-Drop-Module  
30 sein. Restliche - d. h. nicht abgezweigte - Kanäle werden unverzögert durchgeleitet, daher bleibt der Platz des gedropten Kanals in dem modifizierten Zeitmultiplex-Signal vollständig frei. Das gedropte Kanalsignal wird so verzögert und  
35 wieder in das durchgeleitete Zeitmultiplex-Signal hinzugefügt, dass das dabei erzeugte Zeitmultiplex-Signal mit dem

anderen zusammenfassenden Zeitmultiplex-Signal eine gemeinsame Belegung weniger hat.

5 Zur Identifizierung der Belegung von zeitübereinstimmenden Kanälen zwischen oder bei Zeitmultiplex-Signalen ist eine Detektionseinheit mit der Steuereinheit über ein Kontrollsignal verbunden. Mehrere Informationen über die Detektionseinheit werden im Folgenden gegeben. Eine Alternativ besteht darin, dass ein Netzwerkmanagement so ausgebildet ist, dass er das  
10 oben genannte Kontrollsignal der Steuereinheit abgibt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

15 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen:

20 Fig. 1: eine schematische Darstellung der erforderlichen Neuordnung der Inhalte der Kanäle zur erfindungsgemäßen Zusammenfassung der Zeitmultiplex-Signale,  
Fig. 2: eine erfindungsgemäße Anordnung zur Zusammenfassung von zwei Zeitmultiplex-Signalen,  
25 Fig. 3: eine Vorrichtung zur Identifizierung der Belegung von Kanälen bei hochbitratigen Zeitmultiplex-Signalen,  
Fig. 4: eine zweite Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen bei Kollisionsgefahr ihrer Kanäle,  
30 Fig. 5: eine dritte Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen bei Kollisionsgefahr ihrer Kanäle in einem OTDM-WDM-Netzknoten.

35 In Fig. 1 wird eine erforderliche Neuordnung der Inhalte X, Y der Kanäle zur erfindungsgemäßen Zusammenfassung von zwei Zeitmultiplex-Signalen S1, S2 zu einem resultierenden

Zeitmultiplex-Signal S3 mit periodisch  $N=8$  Kanälen schematisch dargestellt. Das erste und das zweite Zeitmultiplex-Signal S1, S2 weisen innerhalb  $N=8$  Kanälen folgende Reihenfolge "XOXXOOX" bzw. "OOOYOYO" für belegte Kanäle mit Inhalten X, Y und für unbelegte Kanäle mit Inhalt O auf. Eine sofortige Zusammenfassung beider Zeitmultiplex-Signale S1, S2 würde für zeitübereinstimmende gemeinsam belegten Kanäle GBK an der vierten und an der siebten Stelle (siehe oben in fett markiert) beider Reihenfolgen eine Kollision verursachen. Bei anderen Stellen der Reihenfolge kann die kanalbezogene Zusammenfassung kollisionsfrei erfolgen. Nun weisen beide Reihenfolge ebenfalls zeitübereinstimmende gemeinsam nicht belegte Kanäle GNBK an der zweiten und an der sechsten Stelle (siehe oben mit Unterstrich markiert) beider Reihenfolge auf, die gemäß dem Verfahren identifiziert werden und anschließend als freie Zeitschlitz bzw. Kanäle für die Neuordnung der potentiell noch kollisionswürdigen zeitübereinstimmende gemeinsam belegten Kanäle GBK. Eine mögliche Lösung zur Neuordnung in Figur 1 ist mittels zwei gegenseitiger Zeitverschiebungen der Inhalte Y aus der vierten und aus der siebten Zeitschlitz zu der zweiten bzw. sechsten Zeitschlitz des zweiten Zeitmultiplex-Signals S2 dargestellt. Damit bleiben keine zeitübereinstimmende gemeinsam belegten Kanäle GBK mehr bestehen und eine weitere kanalweise Zusammenfassung durch einfache Addierung kann kollisionsfrei erfolgen.

**Fig. 2** stellt eine erfindungsgemäße Anordnung zur Zusammenfassung von zwei Zeitmultiplex-Signalen gemäß dem Verfahren aus Figur 1 dar. Die so dargestellte Anordnung eignet sich für insgesamt  $N=16$  Kanäle, d. h. für  $N1+N2=16$  zeitmultiplexierte Kanäle in jedem Zeitmultiplex-Signal S1 mit  $N1$  Kanälen, S2 mit  $N2$  Kanälen an beiden Eingängen der Anordnung. Hier wird ein Signalanteil beider Zeitmultiplex-Signale S1, S2 an den Eingängen ausgekoppelt und einer Detektionseinheit DE (siehe Figur 3 für mehrere Details) zugeführt. Dabei werden die zeitübereinstimmenden gemeinsam belegten sowie nicht belegten Kanäle GBK, GNBK identifiziert. Die Information über



die Belegung oder nicht dieser Kanäle wird einer Steuereinheit CTRL über ein Kontrollsignal KS abgegeben. Die Steuereinheit CTRL wird die Neuuzuordnung gemäß Figur 1 durchführen. Nun zur physikalischen Neuuzuordnung detektierter zeitübereinstimmenden gemeinsam belegten Kanäle GBK z. B. in dem Zeitmultiplex -Signal S1 wird das Zeitmultiplex -Signal S1 einem Drop-Modul OADM1 zugeführt, bei dem ein gewünschter Kanal bzw. dessen Inhalt X über einen seiner Drop-Anschlüsse abgezweigt wird. Die anderen unberührten - d. h. nicht abgezweigten und nicht zeitverzögerten - Kanäle bzw. deren Inhalte werden vom Drop-Modul OADM1 einfach durchgelassen. Die Betätigung einer derartigen Abzweigung erfolgt aus der Steuereinheit CTRL über ein Steuerungssignal SS1 an das Drop-Modul OADM1. Erweist sich dass, der abgezweigte Inhalt X eine Zeitverschiebung von zwei Zeitschlitten erfordert, damit eine dortige Zusammenfassung kollisionsfrei erfolgt, wird dem Drop-Anschluss ein Verzögerungsglied T1 demgemäss eingestellt. Die Kriterien dieser Einstellung werden aus der Steuereinheit CTRL mittels eines weiteren Kontrollsignals SS2 an das Verzögerungsglied T1 gemeldet. Dem Verzögerungsglied T1 ist weiterhin eine Einkoppeleinrichtung EK1 nachgeschaltet, die eine Neuhinzufügung des abgezweigten Inhalts des nun verzögerten Signals in eine übereinstimmende freie Zeitschlitz des Zeitmultiplex-Signals S1 ermöglicht. Es ist auch möglich das Zeitverzögerungsglied T1 so einzustellen, dass bei der Neueinkopplung des verzögerten Signals am Drop-Anschluss die Verzögerung relativ zu dem unberührten Signal eine oder mehrere Perioden eines kompletten Zeitmultiplex-Signals zusätzlich zur Verzögerung zum Einfügen in einen gemeinsam nicht belegte Kanal GNBK dieses weiteren Zeitmultiplex-Signals be trägt.

Der Einkoppeleinrichtung EK1 ist eine weitere und wie oben beschrieben identische Vorrichtungskette zur Abzweigung, Zeitverschiebung und Neuhinzufügung mit einem zweiten Drop-Modul OADM2, mit einem zweiten Verzögerungsglied T2 und mit einer zweiten Einkoppeleinrichtung EK2 nachgeschaltet. Dies

- gilt auch für das zweite Zeitmultiplex-Signal S2, das wie für das erste Zeitmultiplex-Signal S1 in zwei derartige Vorrichtungskette zur Abzweigung, Zeitverschiebung und Neuhinzufügung mit weiteren dritten und vierten Drop-Modulen OADM3, OADM4, Verzögerungsgliedern T3, T4 und Einkoppeleinrichtungen EK3, EK4. Alle Drop-Module OADM1, OADM2, OADM3, OADM4 sowie alle Zeitverzögerungsglieder T1, T2, T3, T4 werden mittels Steuersignale SS (siehe oben SS1, SS2 für OADM1 und T1) am Ausgang der Steuereinheit CTRL gesteuert. Anschließend wird den zweiten und vierten Einkoppeleinrichtungen T2, T4 ein optischer Koppler KO nachgeschaltet, der lediglich zur optischen Zusammenfassung der nun kollisionsfreie Inhalte aller Kanäle zu einem ausgehenden Zeitmultiplex-Signal S3 dient. Ein zusätzlicher Verzögerungsglied T0 kann auch dem ersten Drop-Modul OADM1 vorgeschaltet und deren Verzögerung aus der Steuereinheit CTRL eingestellt. Dies ermöglicht, falls benötigt, eine erste erfindungsgemäße Zeitverschiebung aller Kanäle des ersten Zeitmultiplex-Signals S1 zu dem zweiten Zeitmultiplex-Signals S2, sowie eine feine Synchronisation zwischen den Zeitschlitten der hochbitratigen Zeitmultiplex-Signale S1, S2. Allerdings sind Takt- und Synchronisationsmitteln zur Überprüfung und Regelung der möglichen Drifte von Zeitschlitten an mehreren Stellen der erfindungsgemäßen Anordnung vorgesehen, die aus Ersichtlichkeitsgründen in Figur 2 nicht dargestellt wurden. Als Drop-Module werden herkömmliche Add-Drop-Module zum Abzweigen eines Inhalts aus einem der zeitübereinstimmenden gemeinsam belegten Kanäle GBK der Zeitmultiplexsignale S1, S2 verwendet.
- Dieses Ausführungsbeispiel eignet sich für beliebige auftretende Kollisionsfälle zwischen belegten Kanälen der beiden Zeitmultiplex-Signale S1, S2, insofern ihre Gesamtzahl nicht N=16 übersteigt.
- Die Erfindung setzt keine Einschränkung auf die Wahl der Bitrate von Zeitmultiplex-Signalen sowie auf der Grundbitrate ihrer Kanäle. Es können durchaus 3 Kanäle à 10 GBit/s auf dem

Zeitmultiplex-Signal S1 und 7 Kanäle à 10 GBit/s auf dem Zeitmultiplex-Signal S2 ankommen. Zur Verdeutlichung des folgenden Ausführungsbeispiels der Erfindung wird jedoch eine Bitrate von 40, 80, 120, 160, etc GBit/s für die Zeitmultiplex-Signale in Betracht kommen, die ein vielfaches von 4 der Grundbitrate 10 GBit/s eines Kanals aufweist. In diesem Fall beträgt die Mehrzahl N eine vielfache Zahl von 4. Zur Realisierung einer dafür passende Anordnung nach dem Modell der Figur 2 jedoch für N zeitmultiplexierte Kanäle werden mindestens N/4 Abzweigungen bzw. Neuhinzufügungen sowie N/4+1 Zeitverschiebungen für Inhalte X, Y der Kanäle beider Zeitmultiplex-Signale S1, S2 benötigt werden. Mit anderen Worten sind N/4 Drop-Module, N/4 Einkoppeleinrichtungen und N/4+1 Zeitverzögerungsglieder erforderlich. Nach dem Beispiel der Figur 2 wurden zwei Drop-Module, zwei Einkoppeleinrichtungen und zwei (drei mit T1) Zeitverzögerungsglieder für das erste Zeitmultiplex-Signal S1 sowie weitere zwei Drop-Module, zwei Einkoppeleinrichtungen und zwei Zeitverzögerungsglieder für das zweite Zeitmultiplex-Signal S2 seriell angeordnet. Diese symmetrische Anordnung für beide Zeitmultiplex-Signale S1, S2 ist gegenüber eine unsymmetrische Anordnung wie z. B. drei serielle Kette "Drop-Module, Einkoppeleinrichtungen und Zeitverzögerungsglieder" für das erste Zeitmultiplex-Signal S1 und eine serielle Kette "Drop-Module, Einkoppeleinrichtungen und Zeitverzögerungsglieder" für das zweite Zeitmultiplex-Signal S2 vorteilhaft, da in einer unsymmetrischen Anordnung die Eigenschaften der unsymmetrisch übertragenen Signale unterschiedlich beeinflusst werden. Mit anderen Worten werden z. B. unterschiedliche Verstärkungsmittel in jeder seriellen Kette angepasst werden müssen. Deshalb wird angestrebt, dass eine möglichst gleiche Zahl kanalbezogener Abzweigungen, Zeitverschiebungen und Neuhinzufügungen für jedes zusammenzufassende Zeitmultiplex-Signal S1, S2 verwendet wird.

In symmetrischen Anordnungen wird eine Mindestganzzahl  $\text{Int}(N/8+0,5)$  von derartigen Ketten "Drop-Module, Einkoppeleinrichtungen und Zeitverzögerungsglieder" zur kanalbezo-

gener Operationen je für einen Zeitmultiplex-Signal S1, S2 verwendet.

In **Fig. 3** ist eine Vorrichtung zur Identifizierung der Belegung von Kanälen bei hochbitratigen Zeitmultiplex-Signalen dargestellt. Eine solche Vorrichtung ist gemäß Figur 2 die sogenannte Detektionseinheit DE, die Informationen über die kollisionswürdige Belegung von zusammenfassenden Kanälen sowie über mögliche noch verfügbare freie Zeitschlitzte zur Vermeidung einer Kollision an die Steuereinheit CTRL übermittelt. Die hier dargestellte Vorrichtung wird für einen Signalanteil AS1 des Zeitmultiplex-Signals S1 beschrieben. Die Detektionseinheit DE gemäß Figur 2 weist zwei parallel geschaltete derartige Vorrichtungen für jedes Zeitmultiplex-Signal S1, S2 auf, deren Ausgänge mit der Steuereinheit CTRL angeschlossen sind.

An Eingängen eines optischen Kopplers K1 werden der Signalanteil mit z. B. einer Datenrate von 160 GBit/s mit einem weiteren Kontrollpuls PS mit gleicher Bitrate zugeführt und damit überlagert. An einem Ausgang des optischen Kopplers K1 wird eine Avalanche-Photodiode D1 geschaltet, deren Ausgangssignal einem Analog-Digital-Wandler ADW zugeführt ist. Dem Analog-Digital-Wandler ADW ist eine Monitoreinheit MONITOR nachgeschaltet, bei der Impulse bei belegten bzw. nicht belegten Kanälen ermittelt werden. Die hier verwendete Avalanche-Photodiode A1 ist auf zwei-Photonen Absorption empfindlich. Wird nun der Kontrollpuls PS schrittweise zeitverzögert und während der Zeitverzögerung der Photostrom der Avalanche-Photodiode A1 aufgetragen ergeben sich Einbrüche bei leeren Zeitschlitzten. Es können Anstelle der Avalanche-Photodioden wie oben beschrieben beliebige nicht-lineare Elemente wie ein Halbleiter-Verstärker oder eine optische Faser mit starkem linearen Effekt verwendet werden. Auch kaskadierte elektroakustische Modulatoren können als Detektionseinheiten verwendet werden. Da die Bandbreite des Demultiplexers mindestens der halben Bitrate des Zeitmultiplex-Signals S1, S2 betragen

muss, und wenn beliebige leere Zeitschlitzze zu detektieren sind (im schlimmsten Fall, jede zweite Zeitschlitz), reicht die Verwendung eines einzelnen elektro-akustische Modulator z. B. bei 160 GBit/s aus.

5

Wenn ein Signalanteil des zweiten Zeitmultiplex-Signals S2 ebenfalls einer weiteren identischen Vorrichtung (siehe K2, D2 in Figur 2) abgegeben wird, erhält man dieselbe Information hinsichtlich der Belegung seiner Kanäle. Durch einen Vergleich zwischen Ausgangssignalen jeweiliger Analog-Digital-Wandler bzw. Monitoreinheiten können die zeitübereinstimmenden gemeinsam belegten und nicht belegten Kanäle ermittelt werden.

10

15 In **Figur 4** ist eine zweite Anordnung zur Zusammenfassung von Zeitmultiplex-Signalen S1, S2 gemäß Figur 2 bei Kollisionsgefahr ihrer Kanäle dargestellt. Dabei beträgt die maximale Anzahl von Kanälen  $N=16$  und der Fall  $N1+N2>N$  kann vorkommen. An Eingängen der Anordnung für beide einkommenden Signale S1, S2 wird jeweils eine Zeitschlitzkontrolleinheit ZKE1, ZKE2 eingefügt, die die Position und die Anzahl der belegten Zeitschlitzze (Datenkanäle) bestimmt. Der zweiten Zeitschlitzkontrolleinheit ZKE2 ist ein zusätzliches Add-Drop-Modul OADM5 nachgeschaltet, dessen Durchschaltausgang mit dem Eingang des ersten Add-Drop-Moduls OADM3 im Pfad des Datensignals S2 geschaltet ist. Ist die Bedingung  $N1+N2\leq N$  erfüllt, wird das zusätzliche Add-Drop-Modul OADM5 so eingestellt, dass alle Datenkanäle gemäß Figur 2 zum Zusammenführen der Signale S1 und S2 zugeführt werden. Tritt der Fall  $N1+N2>N$  ein, werden im zusätzlichen Add-Drop-Modul OADM5 eine Anzahl von  $N1+N2-N$  Datenkanälen des zweiten Zeit-Multiplexsignals S2 ausgekoppelt, dass die Bedingung  $N1+N2=N$  in dem Pfad mit beiden Add-Drop-Modulen OADM3, OADM4 erfüllt ist. Die  $N1+N2-N$  ausgekoppelten Kanäle - als Drop-Signal SK mit einer Wellenlänge  $\lambda_1$  - werden einem Wellenlängenkonverter  $\lambda$ -KONV zugeführt, der den entsprechenden Datenkanälen eine neue Wellenlänge  $\lambda_2$  zuweist. Diese neue Wellenlänge  $\lambda_2$  muss sich in das

20

25

30

35

für das Gesamtnetz gewählte Wellenlängenschema - ggf. nach  
Standart ITU-T - einfügen. Insgesamt werden am Ausgang der in  
beiden Pfaden letztgeschalteten Add-Drop-Module OADM2, OADM4  
eine Anzahl von N1 und N2 Kanälen mit Wellenlänge  $\lambda_1$  in einem  
5 Zeitmultiplexsignal S mit N vollbelegten Kanälen zusammenge-  
fasst. Das Zeitmultiplexsignal S weist die Wellenlänge  $\lambda_1$  auf  
und kann ferner mittels eines Wellenlängenmultiplexer W-MUX  
mit dem vorigen ausgekoppelten Drop-Signal SK mit der konver-  
tierten Wellenlänge  $\lambda_2$  in einer WDM-Übertragungsstrecke zu-  
10 sammengefügt werden. Damit wird ein OTDM-Add-Vorrichtung für  
beliebig belegten Zeitmultiplexsignalen, bei der mittels ei-  
ner Datenventile - hier das Add-Drop-Modul OADM5 - mit an-  
schliessendem Wechsel der ursprünglichen Granularität - hier  
die Wellenlänge - von kollisionsgefährdeten Kanälen in beiden  
15 Zeitmultiplexsignalen S1, S2 wenigstens ein kollisionsfreies  
vollbelegtes Ausgangszeitmultiplexsignal S er-  
zeugt. Idealerweise soll das zusätzliche Add-Drop-Modul OADM5  
die Kanalauswahl so treffen, dass eine möglichst geringe Rei-  
henfolgenänderung oder Zuordnung der Kanälen durch die darauf  
20 folgende Vorrichtung gemäß Figur 2 vorgenommen werden muss.  
Sollten beispielsweise die einkommenden Signale folgenderma-  
ßen belegt sein (0 = nicht belegt, x belegt für S1, y belegt  
S2, N=8) [x0xx00xx] und [0y00yyy0], so wäre die Lösung mit der  
geringsten optischen Bearbeitung in dem darauf folgenden Ver-  
25 fahren, den Kanal an der 6. Stelle von S2 am zusätzlichen  
Add-Drop-Modul OADM5 auszukoppeln und in eine andere Wellen-  
länge umzuwandeln.

Es soll an dieser Stelle bemerkt werden, dass zukünftige op-  
30 tische Netze sehr komplex aufgebaut sein können, und dass  
möglicherweise eine optimale Nutzung der Netzressourcen nur  
durch eine zentrale Netzsteuerung erreicht werden kann, die  
die Zustände aller Netzknoten mit dementsprechenden Zeitmul-  
tiplex-Vorrichtungen kennt. Dementsprechend kann es für den  
35 Betrieb des gesamten Netzes oder Subnetzes günstiger sein,  
das zusätzliche Add-Drop-Modul OADM5 zwischen der Zeit-  
schlitzkontrolle ZKE2 und der in Figur 2 beschriebenen Vor-

richtung - am Eingangssignal S2 - so zu schalten, dass alle ankommenden Datenkanäle des Zeitmultiplexsignals S2 in den Auskopplung-Lichtpfad, der zum Wellenlängenkonverter  $\lambda$ -KONV führt, zu schalten.

5

Eine vollständige Knotenarchitektur mit einer der erfindungsgemäßen Vorrichtungen muss nun selbstverständlich darauf ausgelegt sein, dass schon Signale  $S_{WDM/OTDM}$  mit mehreren Wellenlängen in vorhergehenden Knoten gemultiplext wurden, die jeweils einen Datenstrom aus OTDM Signalen enthalten. Ein Ausführungsbeispiel einer Knotenarchitektur, die dies berücksichtigt ist in **Figur 5** dargestellt, wobei derartige Signale  $S_{WDM/OTDM}$  in einem Wellenlängen-Demultiplexer W-DEMUX am Eingang des Knoten in mehrere OTDM-Datenströme S11, ..., S1i, ..., S1m mit unterschiedlichen Wellenlängen  $\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_m$  und Kanälen M1, ..., Mi, ..., Mm getrennt werden. Hierbei wird auch noch berücksichtigt, dass an einem Knoten - hier mittels Drop-Vorrichtungen OADM61, ..., OADM6i, ..., OADM6m an Ausgängen des Wellenlängen-Demultiplexers W-DEMUX - auch Datenkanäle S11<sub>DROP</sub>, ..., S1i<sub>DROP</sub>, ..., S1m<sub>DROP</sub> mit einer Kanalzahl K1, ..., Ki, ..., Km abgezweigt werden können, die entsprechend neue freie Zeitschlitze schaffen. Zudem werden die überschüssigen Datenkanäle, die nicht mehr den Datenströmen mit Wellenlängen  $\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_m$  zugeführt werden können, gezielt in eine Wellenlänge konvertiert, die noch freie Kapazität hat.

Ferner wird am Durchschaltungssausgang jeweiliger Drop-Vorrichtung OADM61, ..., OADM6i, ..., OADM6m eine Anordnung ZKE1, ZKE2, OADM1, OADM2, OADM3, OADM4, OADM5, T0, T1, T2, T3, T4, KO, CTRL,  $\lambda$ -KONV gemäß **Figur 4** nun mit erstem Zeitmultiplexsignal S11, ..., S1i, ..., S1m jeweils mit N1, ..., Ni, ..., Nm nicht-gedropten Datenkanälen nachgeschaltet, wobei  $N_i = M_i - K_i$ . Über eine Zeitschlitzkontrolleinheit ZKE2 und einen Add-Drop-Modul OADM5 jeder Anordnung gemäß **Figur 4** wird ein zweites Zeitmultiplexsignal S21, ..., S2i, ..., S2m mit N21, ..., N2i, ..., N2m (zeitmultiplexier-

ten) Datenkanälen mit den ersten Zeitmultiplexsignalen  $S_{11}, \dots, S_{1i}, \dots, S_{1m}$  zusammengefasst. Im Falle einer Kollisionsgefahr zwischen Datenkanälen der ersten und zweiten Zeitmultiplexsignale  $S_{1i}, S_{2i}$  ( $i=1, \dots, m$ ) verfügt der Add-Drop-Modul OADM5 aus einem Drop-Signal  $S_{Ki}$  gemäß Figur 4, dem über den Wellenlängen-Konverter  $\lambda$ -KONV und/oder einen zusätzlichen Wellenlängen-Schalter  $\lambda$ -SWITCH eine andere Wellenlänge  $\lambda_j$  mit  $j \neq i$  zugewiesen wird. Aus Klarheitsgründen ist diese Schaltung gemäß Figur 4 nur für beide Zeitmultiplexsignale  $S_{11}$  und  $S_{21}$  dargestellt. Das wellenlängenkonvertierte bzw. -geschaltete Signal  $S_{ADD}$  wird weiterhin als zweites Eingang-Zeitmultiplexsignal  $S_{2i}$  einer weiteren Anordnung gemäß Figur 4 zugeführt, deren das erste zusammenfassende Zeitmultiplexsignal  $S_{1i}$  die gleiche Wellenlänge -  $\lambda_i$  in Figur 4 - aufweist.

Zur Steuerung jeweiliger Vorrichtung zur Zusammenfassung von mindestens zwei Zeitmultiplex-Signalen  $S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1i}, S_{2i}, \dots$  ist gemäß Figur 2 oder 4 eine Kontrolleinheit CTRL vorhanden, die am einfachsten an einer Hauptkontrolleinheit CTRLM verbunden ist, derart dass bei Kollisionsgefahr in einer der Vorrichtungen eine Konvertierung oder Umschaltung einer Wellenlänge für kollisionsgefährdete Datenkanäle zu einer weiteren Vorrichtung mit weniger Kollisionsgefahr - d. h. freie Zeitschlitze sind verfügbar - durchgeführt wird. Am Ende - Koppler KO - jeder Vorrichtung sind alle zusammengefasste OTDM-Zeitmultiplexkanäle mit unterschiedlichen Wellenlängen wiederum mittels eines Wellenlängenmultiplexers W-MUX zur Weiterübertragung eines WDM-OTDM-Signals  $S'_{WDM/OTDM}$  zusammengefasst. Im Vergleich zum ersten eingehenden WDM-OTDM-Signal  $S_{WDM/OTDM}$  weist das ausgehende WDM-OTDM-Signals  $S'_{WDM/OTDM}$  OTDM-Datenströme mit optimal voll besetzter Bandbreite pro Wellenlänge auf. Damit sind die unnötig unbesetzten Datenkanäle unterdrückt und ein Gewinn der Bandbreite in Wellenlängenbereich wird dadurch erreicht. Dabei wurden auch dem ersten eingehenden WDM-OTDM-Signal  $S_{WDM/OTDM}$  Zeitmultiplex-Signale  $S_{1iDROP}, S_{2i}$  mit beliebigen Datenkanälen entfernt und/oder hinzugefügt.



Es soll betont werden, dass die genaue Architektur eines vollständigen Netzknoten auch von der maximalen Anzahl der Wellenlängen und der OTDM-Datenkanäle innerhalb einer Wellenlänge abhängt. Für eine geringe Anzahl von Wellenlängen, z. B. bei 2 Wellenlängen, kann eine 1 zu 1 Zuordnung sinnvoll sein, d. h. beide Wellenlängen können jeweils in die andere Wellenlänge umgewandelt und eingefügt werden. Bei mehreren Wellenlängen  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , ... kann evtl. eine Kaskade sinnvoll sein, die eine Konvertierung bzw. eine Umschaltung zwischen Wellenlängen  $\lambda_1 \rightarrow \lambda_2$ ,  $\lambda_2 \rightarrow \lambda_3$ , etc zuführt, bzw. dem Verfahren, mit dem die OTDM Kanäle kollisionsfrei ineinander verwebt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Zusammenfassung von mindestens zwei Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) zu einem resultierenden Zeitmultiplex-Signal (S3), die alle eine gleiche maximale Anzahl N von periodischen zeitmultiplexierten Kanälen haben, demgemäss durch eine gegenseitige Zeitverschiebung vom Inhalt (X, Y) aus belegten Kanälen in den Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) eine Neuordnung des Inhalts (X, Y) in nicht belegte Kanäle der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) derart gesteuert wird, dass ihre Zusammenfassung in das resultierende Zeitmultiplex-Signal (S3) kollisionsfrei erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei zeitlicher gemeinsamer Übereinstimmung belegter Kanälen (GBK) in beiden Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) der Inhalt (X, Y) eines der gemeinsam belegter Kanälen (GBK) aus einem der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) abgezweigt und solange zeitverschoben wird, dass er mit einem von beiden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) gemeinsam nicht belegten Kanal (NGBK) zeitlich übereinstimmt, so dass innerhalb der N zeitmultiplexierten Kanäle des resultierenden Zeitmultiplex-Signals (S3) die Zusammenfassung beider Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) kollisionsfrei erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Zeitverschiebung des abgezweigten Inhalts (X) der Inhalt (X) in einen Kanal der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) hinzugefügt wird und anschließend beide Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) optisch gekoppelt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Anzahl N1 von belegten Kanälen des ersten Zeitmultiplex-Signals (S1) und bei einer Anzahl N2 von beleg-

ten Kanälen des zweiten Zeitmultiplex-Signals (S2) die gesamte Zahl  $N1+N2$  die Anzahl N der Kanäle des resultierenden Zeitmultiplex-Signals (S3) nicht übersteigt.

- 5 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der als vielfaches von 4 vorgesehenen Mehrzahl N von  
zeitmultiplexierten Kanälen mindestens  $N/4$  Abzweigungen bzw.  
Neuhinzufügungen sowie  $N/4+1$  Zeitverschiebungen für Inhalte  
10 (X, Y) der Kanäle beider Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) verwendet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass bei einer Übersteigung der gesamten Zahl  $N1+N2$  über die  
Anzahl N der Kanäle des resultierenden Zeitmultiplex-Signals  
(S3) überschüssige gemeinsam belegte Kanäle (SK1) eines der  
Zeitmultiplex-Signale (S1, S2, S11, S21) umgeleitet und zu  
einem weiteren Zeitmultiplex-Signal (S1i) zusammengefasst  
20 werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der Umleitung der überschüssigen gemeinsam belegten  
25 Kanäle eine Granularitätseigenschaft geändert wird, derart  
dass diese Kanäle und das weitere Zeitmultiplexsignal (S1i)  
mit gleichen Granularitätseigenschaften zusammengefasst werden.
- 30 8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als geänderte Granularität die Wellenlänge gewählt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8,  
35 dadurch gekennzeichnet,

dass eine möglichst gleiche Zahl kanalbezogener Abzweigungen, Zeitverschiebungen, Neuhinzufügungen und ggf. Umleitungen für jedes Zeitmultiplex-Signal (S1, S2) verwendet wird.

5 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass insbesondere für gemeinsam belegte und unbelegte Kanäle  
(GBK, GNBK) die Belegung von Kanälen beider Zeitmultiplex-  
Signale (S1, S2) vor Abzweigung eines Kanals identifiziert  
10 wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass weitere Identifizierungen der Belegung der Kanäle vor  
15 weiteren Abzweigungen von Kanälen durchgeführt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Identifizierung der Belegung aus Informationen eines  
20 Netzwerkmanagements durchgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Identifizierung der Belegung aus einem ausgekoppel-  
25 ten Lichtanteil eines der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2)  
durchgeführt wird, der mit einem dem Zeitmultiplex-Signal  
synchronisierten Kontrollpuls (PS) optisch (K1, K2) überla-  
gert wird und  
dass das überlagerte Signal einer Avalanche-Photodiode (D1,  
30 D2) oder einem nicht-linearen Detektionselement abgegeben  
wird, deren Ausgangssignal Information (KS) über die Belegung  
eines Kanals liefern.

14. Verfahren nach Anspruch 13,  
35 dadurch gekennzeichnet,

dass die Bitrate des Kontrollpulses an der Bitrate der Zeitmultiplex-Signale angepasst wird und der Kontrollpuls schrittweise zeitverzögert wird.

5 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Identifizierung der Belegung durch eine Demultiple-  
xierung der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) durchgeführt wird,  
deren Bandbreite mindestens die halbe Bandbreite der Zeitmul-  
10 tiplex-Signale (S1, S2) beträgt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Phasen der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) vor der ersten  
15 Abzweigung eines Inhalts ihrer Kanäle synchronisiert werden.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Takt der oder mehrerer Abzweigungen sowie eine oder  
20 mehrere erforderliche Zeitverzögerungen permanent überprüft  
und geregelt werden.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass bei der Zusammenfassung beider Zeitmultiplex-Signale  
(S1, S2) eine Synchronisation des Takts überprüft und gere-  
gelt wird.

19. Anordnung zur Zusammenfassung von mindestens zwei Zeit-  
30 multiplex-Signalen (S1, S2) zu einem resultierenden Zeitmul-  
tiplex-Signal (S3), die alle eine gleiche Anzahl N von perio-  
dischen zeitmultiplexierten Kanälen aufweisen,  
bei der an wenigstens einem für ein Zeitmultiplex-Signal (S1,  
S2) vorgesehenen Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4)  
35 eine Steuereinheit (CTRL) zur gegenseitigen Zeitverschiebung  
vom Inhalt (X, Y) aus belegten Kanälen in den Zeitmultiplex-  
Signalen (S1, S2) angeschlossen ist,

dass zur Neuuzuordnung des Inhalts (X, Y) in nicht belegte Kanäle der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) die Steuereinheit (CTRL) derart ausgebildet ist, dass bei einem dem Zeitverzögerungsglied (T2 bzw. T4) nachgeschalteten optischen Koppler (KO) die Zusammenfassung in das resultierende Zeitmultiplex-Signal (S3) kollisionsfrei erfolgt.

20. Anordnung nach Anspruch 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass beide Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) einige gemeinsam zeitübereinstimmenden belegte sowie unbelegte Kanäle (GBK, GNBK) aufweisen,  
dass zur Abzweigung eines Inhalts (X, Y) eines gemeinsam zeitübereinstimmenden belegten Kanals (GBK) eines der Zeit-  
15 multiplex-Signale (S1, S2) das Zeitmultiplex-Signal (S1, S2) in ein Drop-Modul (OADM1, OADM2 bzw. OADM3, OADM4) eingespeist wird, dessen Drop-Anschluss mit dem Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4) zur Zeitverschiebung des abgezweigten Inhalts des Kanals verbunden ist und  
20 dass dem Drop-Modul (OADM1, OADM2 bzw. OADM3, OADM4) und dem Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4) die Steuereinheit (CTRL) über Steuersignale (SS, SS1, SS2) zur Aktivierung einer derartigen Abzweigung und zur Einstellung der Zeitverzögerung angeschlossen ist.

25  
21. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Detektionseinheit (DE, PS, K1, K2, D1, D2) zur Identifizierung der Belegung von zeitübereinstimmenden Kanälen  
30 zwischen oder bei Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) mit der Steuereinheit (CTRL) über ein Kontrollsignal (KS) verbunden ist.

22. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 20,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Identifizierung der Belegung von zeitübereinstimmenden Kanälen zwischen oder bei Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2)

ein Netzwerkmanagement mit der Steuereinheit (CTRL) über ein Kontrollsignal (KS) verbunden ist.

23. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 22,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
dass bei mehreren zusammenzufassenden Zeitmultiplex-Signalen (S1, S2) wenigstens einem Eingang eines Drop-Moduls (OADM1, OADM2 bzw. OADM3, OADM4) mit einem an einem Drop-Ausgang angeschlossenen Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4) ein  
10 der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) zugeführt ist.

24. Anordnung nach einem der Ansprüche 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass jedem Zeitverzögerungsglied (T1, T2 bzw. T3, T4) eine Einkoppeleinrichtung (EK1, EK2 bzw. EK3, EK4) zur Neuhinzufügung eines abgezweigten und zeitverzögerten Inhalts eines Kanals in sein ursprüngliches Zeitmultiplex-Signal (S1, S2) nachgeschaltet ist,  
dass den für jedes Zeitmultiplex-Signal (S1, S2) letztgeordneten Einkoppeleinrichtungen (EK2, EK4) ein optischer Koppler  
20 (KO) zur Zusammenfassung der Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) mit kollisionsfreien Inhalten nachgeschaltet ist.

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 24,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuereinheit (CTRL) einen Zähler der gemeinsam zeitübereinstimmenden belegten und unbelegten Kanäle (GBK, GNBK) der zusammenzufassenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) aufweist.

30 26. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 25,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuereinheit (CTRL) eine Einheit zur Zuordnung eines der gemeinsam zeitübereinstimmenden belegten Kanäle (GBK)  
35 in einen der gemeinsam zeitübereinstimmenden nicht belegten Kanäle (GNBK) der zusammenzufassenden Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) aufweist.

27. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 26,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Kontrollmittel (T0, K0) der Phase und des Takts der  
5 Zeitmultiplex-Signale (S1, S2) vorhanden sind.

28. Anordnung nach einem der Ansprüche 20 bis 27,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei Kollisionsgefahr der Inhalte (X, Y) ein Drop-Modul  
10 (OADM5) einem der Add-Drop-Module (OADM1, OADM3) vorgeschaltet ist.

29. Anordnung nach einem der Ansprüche 20 bis 28,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass ein Wellenlängenkonvertierer und/oder -schalter ( $\lambda$ -KONV) mit einem Drop-Ausgang des Drop-Moduls (OADM5) verbunden ist, derart dass den Kanälen von potentiell kollidierenden Inhalten (X, Y) eine neue Wellenlänge zugewiesen wird.

20 30. Anordnung nach Anspruch 29,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kanäle mit neuer Wellenlänge in eine weitere geschaltete Anordnung gemäß einem der Ansprüche 20 bis 29 als  
neues zusammenzufassendes Zeitmultiplexsignal eingespeist  
25 werden.



FIG 1

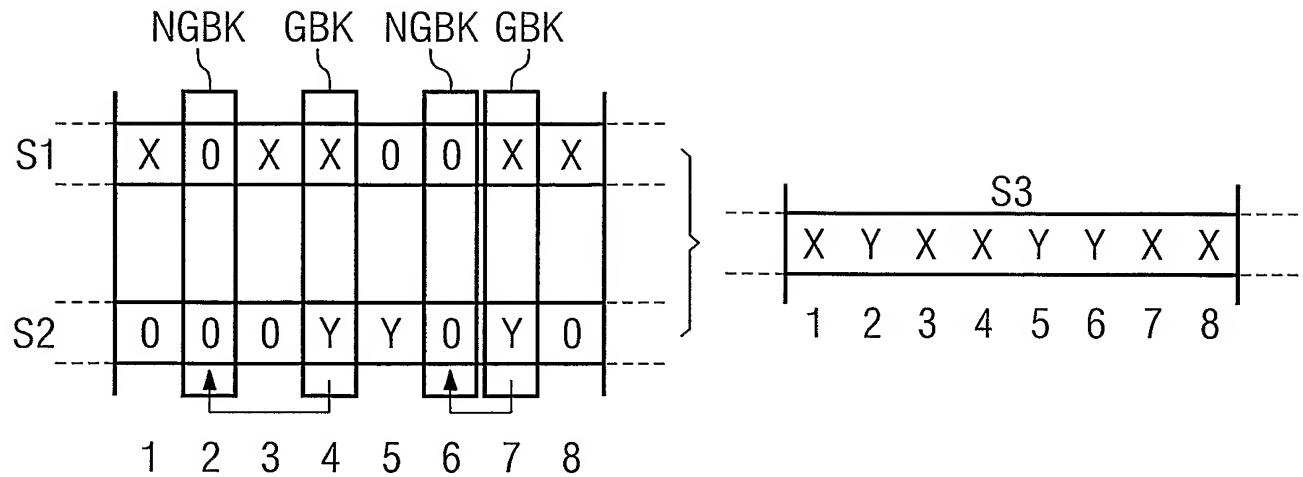
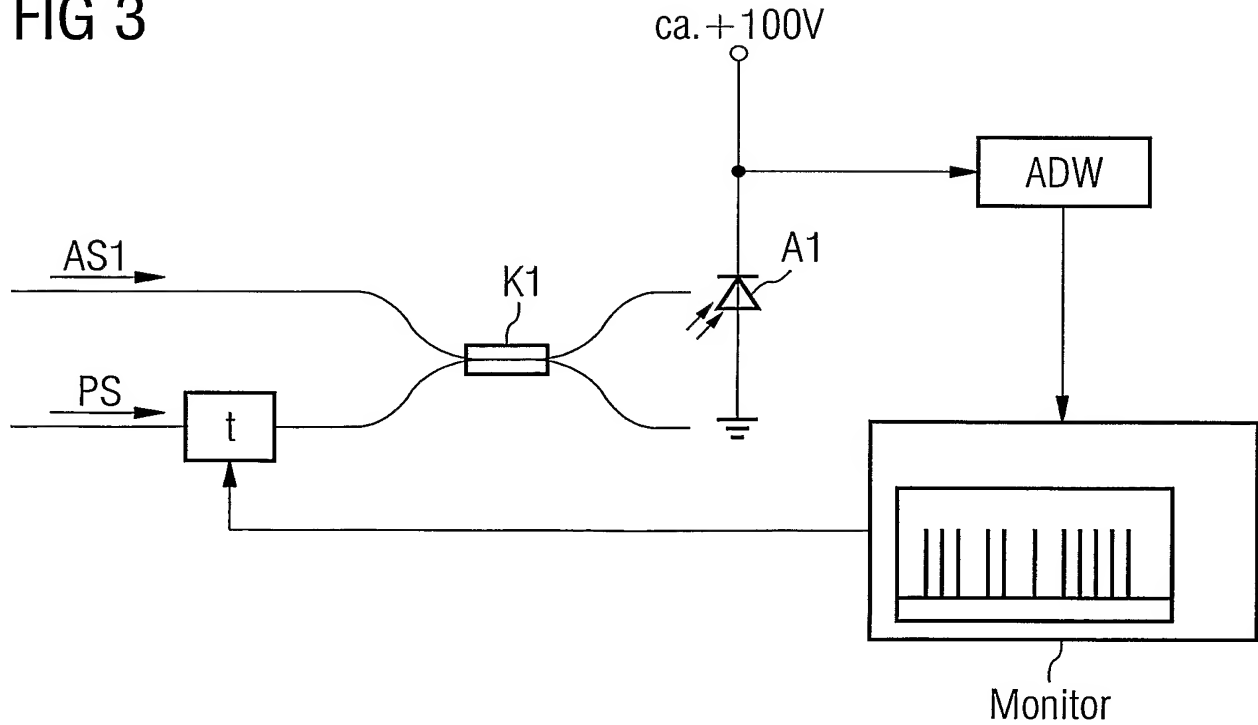
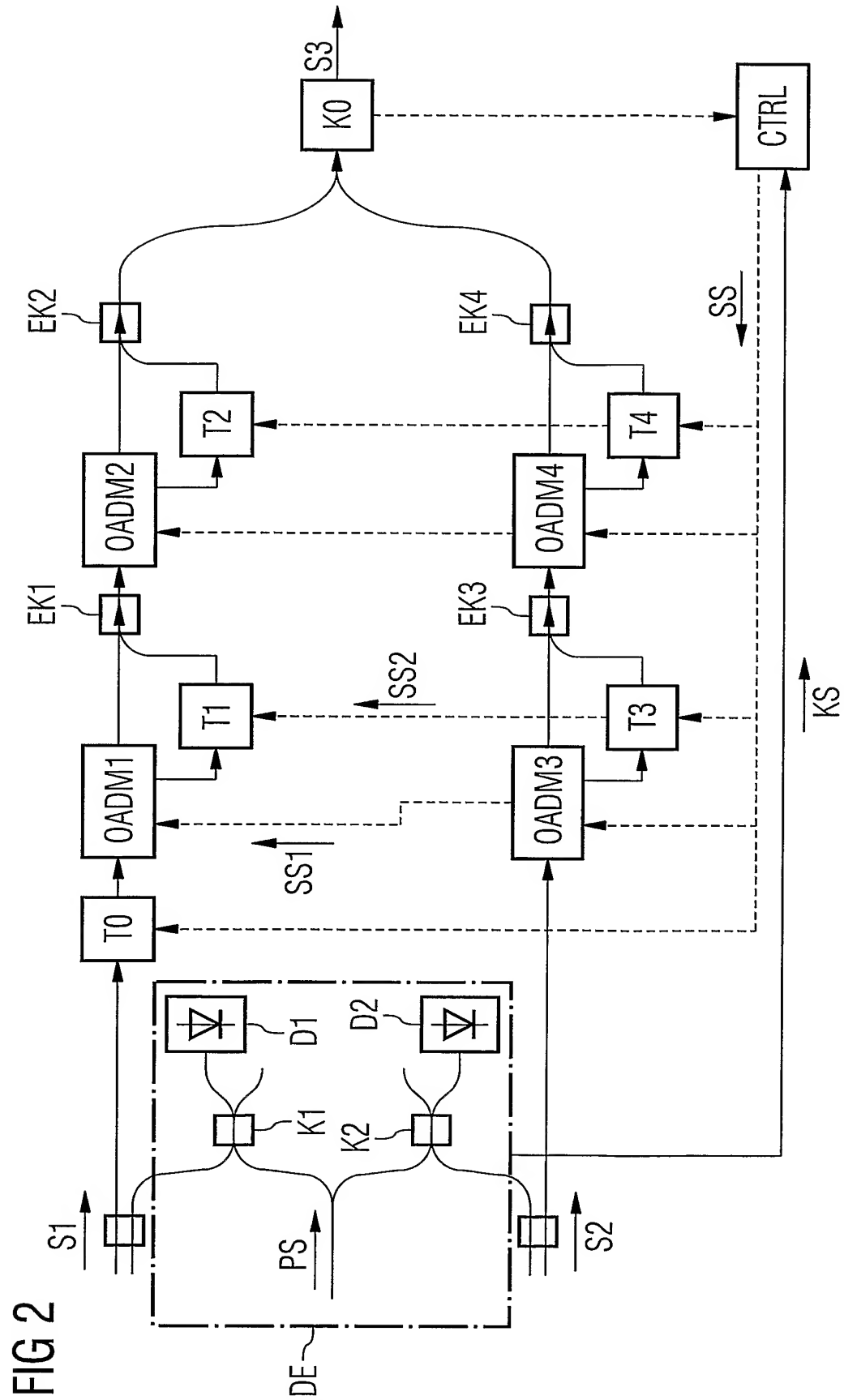


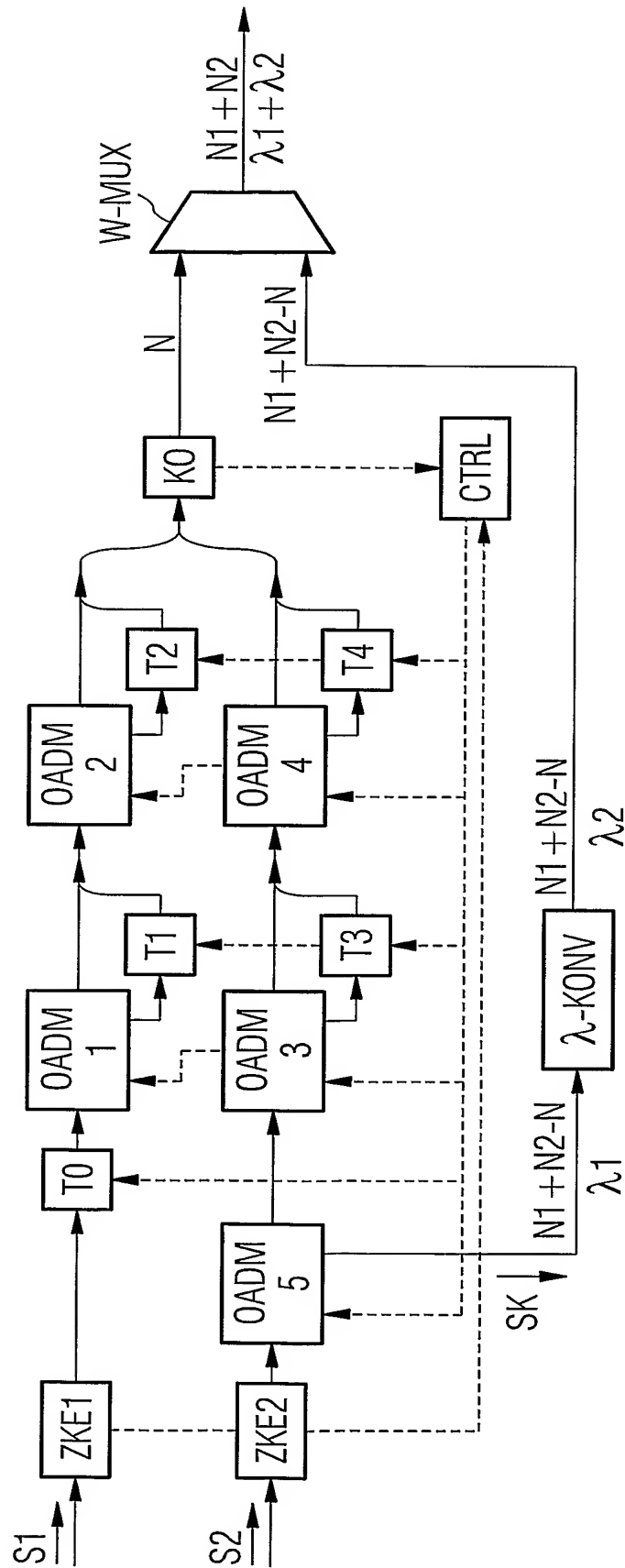
FIG 3

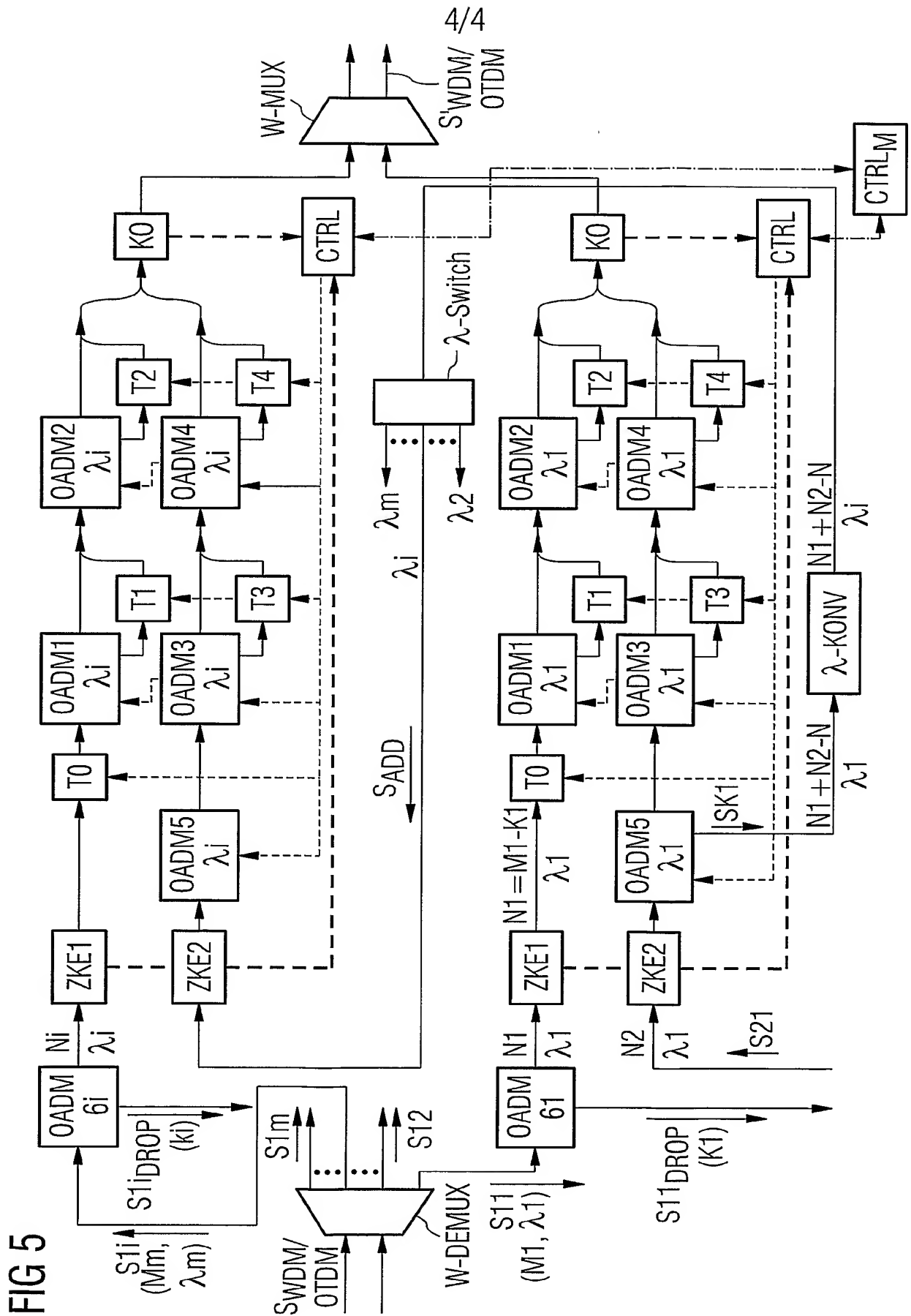




3/4

FIG 4





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/008292

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H04J3/16 H04J14/08 H04J14/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>LANG J P ET AL: "THE LAMBDA SCHEDULER: A MULTIWAVELENGTH SCHEDULING SWITCH" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE. NEW YORK, US, vol. 18, no. 8, August 2000 (2000-08), pages 1049-1063, XP000989384 ISSN: 0733-8724 page 1051, left-hand column, last paragraph - page 1052, left-hand column, paragraph 2 compounds 1, 2A-2C, 3</p> <p style="text-align: center;">----- -/-</p>	1-30

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2004

Date of mailing of the international search report

02/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pieper, T

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

.../EP2004/008292

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>TUCKER R S ET AL: "PHOTONIC PACKET SWITCHING: AN OVERVIEW" IEICE TRANSACTIONS ON ELECTRONICS, INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, JP, vol. E82-C, no. 2, February 1999 (1999-02), pages 202-212, XP000893475 ISSN: 0916-8524 page 203, right-hand column, last paragraph - page 204, left-hand column, paragraph 1 page 206, left-hand column, paragraph 2 page 210, left-hand column, paragraph 2 figures 2,17</p>	1-30
X	<p>----- EP 0 589 288 A (SIEMENS AG) 30 March 1994 (1994-03-30) column 2, line 34 - column 3, line 26 figure 1</p>	1,2,4,19
A	<p>----- US 5 469 284 A (HAAS ZYGMUNT) 21 November 1995 (1995-11-21) column 2, line 34 - line 56 column 5, line 45 - line 62 column 6, line 10 - line 33 figures 2,3,6-8</p>	10-18, 21,22
A	<p>----- US 5 325 222 A (JACOB JEAN-BAPTISTE ET AL) 28 June 1994 (1994-06-28) abstract column 1, line 43 - column 2, line 17 column 5, line 10 - line 24 column 6, line 33 - line 38 column 6, line 52 - column 7, line 6 column 10, line 22 - line 46</p>	1-30
A	<p>----- US 5 589 967 A (AUFFRET RENE) 31 December 1996 (1996-12-31) column 2, line 16 - line 43 figures 1a,2a,5a,11 column 5, line 9 - line 18 -----</p>	1,16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

.../EP2004/008292

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0589288	A	30-03-1994	AT	210361 T	15-12-2001
			DE	59310243 D1	17-01-2002
			EP	0589288 A2	30-03-1994
US 5469284	A	21-11-1995	DE	69232305 D1	31-01-2002
			DE	69232305 T2	25-07-2002
			EP	0547836 A2	23-06-1993
			JP	2953894 B2	27-09-1999
			JP	6085844 A	25-03-1994
US 5325222	A	28-06-1994	FR	2672178 A1	31-07-1992
			AU	648381 B2	21-04-1994
			AU	1050492 A	06-08-1992
			CA	2060112 A1	30-07-1992
			DE	69211720 D1	01-08-1996
			DE	69211720 T2	31-10-1996
			EP	0497670 A1	05-08-1992
			ES	2089430 T3	01-10-1996
			JP	3037808 B2	08-05-2000
			JP	4344745 A	01-12-1992
			KR	206160 B1	01-07-1999
			NZ	241405 A	25-03-1994
US 5589967	A	31-12-1996	FR	2715015 A1	13-07-1995
			EP	0664624 A2	26-07-1995
			JP	7221738 A	18-08-1995

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

.../EP2004/008292

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04J3/16 H04J14/08 H04J14/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>LANG J P ET AL: "THE LAMBDA SCHEDULER: A MULTIWAVELENGTH SCHEDULING SWITCH" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE. NEW YORK, US, Bd. 18, Nr. 8, August 2000 (2000-08), Seiten 1049-1063, XP000989384 ISSN: 0733-8724</p> <p>Seite 1051, linke Spalte, letzter Absatz - Seite 1052, linke Spalte, Absatz 2 compounds 1,2A-2C,3</p> <p>----- -/--</p>	1-30



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Oktober 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pieper, T



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>TUCKER R S ET AL: "PHOTONIC PACKET SWITCHING: AN OVERVIEW"</p> <p>IEICE TRANSACTIONS ON ELECTRONICS, INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, JP,</p> <p>Bd. E82-C, Nr. 2, Februar 1999 (1999-02),</p> <p>Seiten 202-212, XP000893475</p> <p>ISSN: 0916-8524</p> <p>Seite 203, rechte Spalte, letzter Absatz -</p> <p>Seite 204, linke Spalte, Absatz 1</p> <p>Seite 206, linke Spalte, Absatz 2</p> <p>Seite 210, linke Spalte, Absatz 2</p> <p>Abbildungen 2,17</p> <p>-----</p>	1-30
X	<p>EP 0 589 288 A (SIEMENS AG)</p> <p>30. März 1994 (1994-03-30)</p> <p>Spalte 2, Zeile 34 - Spalte 3, Zeile 26</p> <p>Abbildung 1</p> <p>-----</p>	1,2,4,19
A	<p>US 5 469 284 A (HAAS ZYGMUNT)</p> <p>21. November 1995 (1995-11-21)</p> <p>Spalte 2, Zeile 34 - Zeile 56</p> <p>Spalte 5, Zeile 45 - Zeile 62</p> <p>Spalte 6, Zeile 10 - Zeile 33</p> <p>Abbildungen 2,3,6-8</p> <p>-----</p>	10-18, 21,22
A	<p>US 5 325 222 A (JACOB JEAN-BAPTISTE ET AL) 28. Juni 1994 (1994-06-28)</p> <p>Zusammenfassung</p> <p>Spalte 1, Zeile 43 - Spalte 2, Zeile 17</p> <p>Spalte 5, Zeile 10 - Zeile 24</p> <p>Spalte 6, Zeile 33 - Zeile 38</p> <p>Spalte 6, Zeile 52 - Spalte 7, Zeile 6</p> <p>Spalte 10, Zeile 22 - Zeile 46</p> <p>-----</p>	1-30
A	<p>US 5 589 967 A (AUFFRET RENE)</p> <p>31. Dezember 1996 (1996-12-31)</p> <p>Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 43</p> <p>Abbildungen 1a,2a,5a,11</p> <p>Spalte 5, Zeile 9 - Zeile 18</p> <p>-----</p>	1,16

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008292

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0589288	A	30-03-1994	AT	210361 T	15-12-2001
			DE	59310243 D1	17-01-2002
			EP	0589288 A2	30-03-1994
US 5469284	A	21-11-1995	DE	69232305 D1	31-01-2002
			DE	69232305 T2	25-07-2002
			EP	0547836 A2	23-06-1993
			JP	2953894 B2	27-09-1999
			JP	6085844 A	25-03-1994
US 5325222	A	28-06-1994	FR	2672178 A1	31-07-1992
			AU	648381 B2	21-04-1994
			AU	1050492 A	06-08-1992
			CA	2060112 A1	30-07-1992
			DE	69211720 D1	01-08-1996
			DE	69211720 T2	31-10-1996
			EP	0497670 A1	05-08-1992
			ES	2089430 T3	01-10-1996
			JP	3037808 B2	08-05-2000
			JP	4344745 A	01-12-1992
			KR	206160 B1	01-07-1999
			NZ	241405 A	25-03-1994
US 5589967	A	31-12-1996	FR	2715015 A1	13-07-1995
			EP	0664624 A2	26-07-1995
			JP	7221738 A	18-08-1995